

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-362128

(43)公開日 平成4年(1992)12月15日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

F I

技術表示箇所

C 21 D 8/12

A 7356-4K

C 22 C 38/00

303 U 7325-4K

38/06

審査請求 未請求 請求項の数1(全6頁)

(21)出願番号 特願平3-163385

(22)出願日 平成3年(1991)6月10日

(71)出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72)発明者 森田 和巳

千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

(72)発明者 室 ▲吉▼成

千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

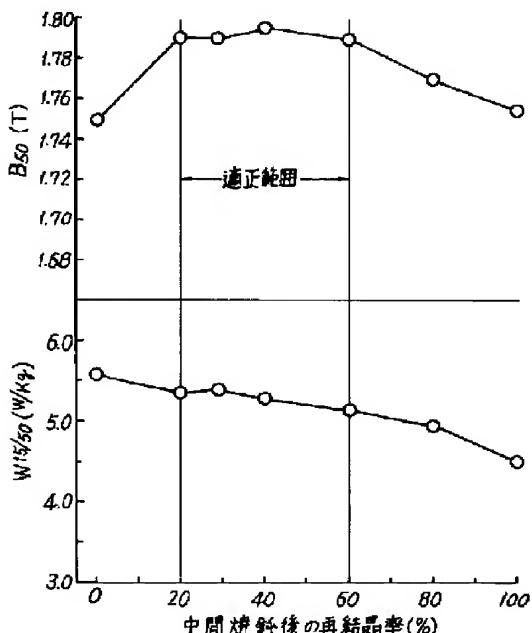
(74)代理人 弁理士 杉村 晓秀 (外5名)

(54)【発明の名称】 磁気特性の優れたセミプロセス無方向性電磁鋼板の製造法

(57)【要約】

【構成】 セミプロセス無方向性電磁鋼板を製造するに際し、所定の成分組成になる鋼スラブを、仕上げ圧延終了温度: 600~700 °C、巻取り温度: 500 °C以下の条件で熱間圧延した後、冷間圧延を施し、ついで600~700 °C、30秒未満の条件下に再結晶率: 20~60%を導く焼鉄を行い、しかるのち圧下率: 3~15%の最終スキンパス冷延を施す。

【効果】 板面いずれの方向においても高い磁束密度を有するセミプロセス無方向性電磁鋼板が得られる。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 $C \leq 0.025 \text{ wt\%}$ 、 $(Si + Al) \leq 1.5 \text{ wt\%}$ 、 $Mn : 0.1 \sim 1.0 \text{ wt\%}$ 及び $P \leq 0.2 \text{ wt\%}$ を含み、 残部は実質的に Fe の組成になるスラブを、 仕上げ圧延終了温度： $600 \sim 700 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 卷取り温度： $500 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下の条件で熱間圧延した後、 冷間圧延を施し、 ついで $600 \sim 700 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 30秒未満の条件下に再結晶率： 20～60% を導く焼鈍を行い、 しかるのち圧下率： 3～15% の最終スキンパス冷延を施すことを特徴とする磁気特性の優れたセミプロセス無方向性電磁鋼板の製造法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、 回転機器等に用いて好適なセミプロセス無方向性電磁鋼板の製造法に関し、 特に板面各方向にわたり高い磁束密度を一樣に付与しようとするものである。

【0002】 静止機器や回転機器等の鉄心材料に用いられる電磁鋼板には、 省エネルギーの観点から、 磁束密度が高く、 鉄損が低いことが望まれている。 かような回転機器用材料は板面の各方向に磁化されることから、 磁性が優れ、 かつ異方性が小さいわゆる面内無方向性電磁鋼板が適している。 ここに無方向性電磁鋼板には、 フルプロセス品とセミプロセス品がある。 セミプロセス品は、 需要者側で材料を打抜き、 ついで $750 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 2時間程度の歪取り焼鈍を施した後の磁気特性を保証したものである。 なおこの回転機器用材料の磁性の評価はエプスタイン試料よりも回転機器の励磁状態に近いリング試料の方が好ましいとされる。

【0003】

【従来の技術】 回転機器用材に適した面内無方向性電磁鋼板の製造法については、 例えば特公昭51-942号公報に、 冷間圧延に当たり、 圧下率： 85% 以上の強冷延により厚み： 0.35mm 以下の製品とする方法が開示されている。 しかしこの方法は、 製品厚みが 0.35mm 以下程度と実用的でなく、 しかも冷延圧下率が 85% 以上と高圧下のため冷延に困難が伴う不利があった。 また特公平2-1893号公報には、 热間圧延終了温度と卷取り温度を低くして冷間圧延を $75 \sim 85\%$ の圧下率で行って異方性の小さい材料の製造方法が開示されている。 以上の方法はいずれもフルプロセス品であり、 セミプロセス品については全く言及されていない。

【0004】 特開昭61-3838号公報には、 中間焼鈍後の再結晶率を制御し最終スキンパスを行って焼鈍を施すことにより異方性の小さい無方向性電磁鋼板の製造方法を開示している。 上記公報にはセミプロセス品につき触れるところがあるとはいえ、 主にフルプロセス品を対象とし、 また磁気特性が改善されているとはいものの、 まだ十分とは言い難かった。

【0005】 一方、 セミプロセス品で鉄損と磁束密度が優れた面内無方向性材料の製造技術としては、 例えば特

開昭2-179823号公報に熱間圧延終了温度を低くして、 中間焼鈍の再結晶粒の大きさを制御したのち、 最終スキンパスを施す方法が開示されている。 しかしながらこの方法においても、 磁束密度は必ずしも十分とは言えなかった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 回転機器の小型化の観点からとくに磁束密度が高い材料が効果的なため、 異方性が小さくてより高い磁束密度を有する回転機器用の電磁鋼板の要求が強まっている。 この発明は、 上記の要請に応えるもので、 板面いずれの方向においても高い磁束密度を有するセミプロセス無方向性電磁鋼板の有利な製造法を提案することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 さて発明者らは、 上述した現状に鑑み、 回転機器用材料に適した {100} 面内無方向性セミプロセス電磁鋼板を開発すべく、 とくに中間焼鈍及び最終スキンパスについて綿密な検討を行った。 すなわち回転機器用に適した材料は、 前述したとおり、 製品の板面に平行に磁化容易軸を有する {100} 面内無方向性電磁鋼板が望ましいが、 このためには製品製造の前工程においても即ち中間焼鈍後や熱間圧延後（冷間圧延前）の段階でも、 リングでの磁束密度向上に有利な {100} 面が多いほうが有利と考えられる。

【0008】 そこで、 热間圧延板については、 発明者らが前掲特公平2-1893号公報において開示したように、 热間圧延で熱間圧延終了温度を $600 \sim 700 \text{ }^{\circ}\text{C}$ としつつ卷取り温度を $500 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下にすれば未再結晶組織となり (001) [110] を主方位とした熱間圧延板が得られることに着目し、 この集積度の強い {100} 面を有する熱間圧延板について冷間圧延に統く中間焼鈍での再結晶率を制限したところ、 中間焼鈍で再結晶粒の主方位となる磁性に不利な {111} 面の発生が抑えられ、 その結果製品の歪取り焼鈍後において (100) 面の集積強度が効果的に高まることが究明されたのである。 この発明は、 上記の知見に立脚するものである。

【0009】 すなわちこの発明は、 $C \leq 0.025 \text{ wt\%}$ (以下、 単に % で示す)、 $(Si + Al) \leq 1.5 \text{ wt\%}$ 、 $Mn : 0.1 \sim 1.0 \text{ wt\%}$ 及び $P \leq 0.2 \text{ wt\%}$ を含み、 残部は実質的に Fe の組成になるスラブを、 仕上げ圧延終了温度： $600 \sim 700 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 卷取り温度： $500 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下の条件で熱間圧延した後、 冷間圧延を施し、 ついで $600 \sim 700 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 30秒未満の条件下に再結晶率： 20～60% を導く焼鈍を行い、 しかるのち圧下率： 3～15% の最終スキンパス冷延を施すことからなる磁気特性の優れたセミプロセス無方向性電磁鋼板の製造法である。

【0010】 以下、 この発明の製造工程について具体的に説明する。 まず熱間圧延条件については、 热間圧延終了温度と卷取り温度以外は通常でよい。 热間圧延終了温度は $600 \sim 700 \text{ }^{\circ}\text{C}$ に限定したが、 その理由は、 $700 \text{ }^{\circ}\text{C}$ を

超えると鋼板表層部から再結晶が進行し未再結晶部が減少するので {100} 面の集積が弱くなり、その結果リングで高い磁束密度が得られず、一方 600°C に満たないと未再結晶部を得るために有利であるが、圧延機の負荷が増大したり、鋼板形状が不良となり、工業生産上、困難を伴うからである。また熱間圧延での巻取り温度が 500°C を超えると保有熱による自己焼鈍により再結晶が起こり好ましくないことから、500°C 以下に限定した。なお、磁性向上のために冷間圧延前に熱延鋼帯焼鈍を施して結晶粒の成長を図ることがあるが、この発明では必要ない。熱延鋼帯の冷間圧延は通常で良く、製造厚さと中間焼鈍後の最終スキンバスを考慮して冷間圧延により中間厚さに仕上げればよい。

【0011】次に、中間焼鈍について説明すると、この発明ではこの中間焼鈍での再結晶率を 20~60% に制御することに大きな特徴がある。即ち、再結晶率が 60% を超えると再結晶粒の主方位となる {111} 面が多くなり、ひいては最終スキンバスに続く歪取り焼鈍後において異方性の強い {110} 面が発達し易くなる。また再結晶率が 20% に満たないと圧延組織が強くなり過ぎ、さらに次の最終スキンバスで一層圧延組織が増すため、歪取り焼鈍後に {111} 面が優先的に成長し高い磁束密度が得られなくなる。それ故、中間焼鈍における再結晶率は 20~60% に限定したのである。なお、材料の化学成分や冷延圧下率によって再結晶温度が異なるため、中間焼鈍での再結晶率を制御するためには、焼鈍温度や時間を厳密に管理する必要があるが、この発明における素材の場合、中間焼鈍での再結晶率を 20~60% にするには、焼鈍温度：600~700 °C、時間：30秒未満の範囲で処理条件を適宜に定めることにより達成される。たとえば焼鈍温度が上記の範囲内で高温の場合には比較的短時間、一方低温の場合には比較的長時間の処理を施すわけである。

【0012】次に最終スキンバスにおける圧下率が 3% 未満では、引続く歪取り焼鈍で歪量が不足し十分な粒成長が図れなくなり、一方圧下率が 15% を超えると再結晶核が増し歪取り焼鈍時に細粒となり鉄損の向上が少なくなるばかりでなく異方性も強くなることから、最終スキンバスにおける圧下率は 3~15% とした。なお最終スキンバス後に鋼板の硬度調整や形状強制のための低温焼鈍を施しても、歪取り焼鈍をすればこの発明の効果に変

化はない。

【0013】

【作用】この発明において山発材料の成分組成を前記の範囲に限定した理由について、以下に述べる。

C ≤ 0.025 %

C は、磁性に有害なだけでなく、時効劣化を伴うことから極力低減することが好ましいが、中間焼鈍で幾分脱炭可能なので、0.025 % 以下の範囲であれば許容できる。

【0014】(Si+Al) ≤ 1.5 %

10 Si 及び Al はいずれも、固有抵抗を増加させ鉄損低減には有利であるが、飽和磁束密度の低下を招き、リングで高い磁束密度が得られなくなるばかりでなく、コスト高となるので、合計量で 1.5% 以下の範囲に限定した。

【0015】Mn : 0.1 ~ 1.0 %

Mn は、赤熱脆性防止に有効であり、そのためには少なくとも 0.1% を必要とするが、1.0% を超えるとコスト高となるので 0.1~1.0 % の範囲で含有させるものとした。

【0016】P ≤ 0.2 %

20 P は、硬度調整のため添加されるが、0.2% を超えると脆くなり加工が難しくなるので 0.2% 以下の範囲で含有させるものとした。

【0017】なお S, O 及び N などの不純元素のため少ないほうが好ましい。また Sb, Sn など公知の磁性改善元素を、この発明に適用してもかまわない。

【0018】

【実施例】実施例 1

C : 0.008 %, Si : 0.10 %, Mn : 0.25 %, P : 0.08 % 及び Al : 0.0009 % を含有し、残部は実質的に Fe の組成になる溶鋼を、連続铸造によってスラブとした後、1130°C に加熱してから、熱間圧延終了温度 : 600 ~ 800 °C、巻取り温度 : 450 ~ 700 °C の範囲で熱間圧延を行って 2.3mm 厚の熱延鋼帯とした。ついで酸洗後、冷間圧延により 0.54mm 厚に仕上げたのち、引き継ぎ湿潤雰囲気中で 670 °C、25 秒間の中間焼鈍を施した。この中間焼鈍後における再結晶率は 20~60% であった。その後圧下率 : 8% の最終スキンバスを施したのち、リングに打ち抜き、N₂ 中で 750°C、2 h の歪取り焼鈍を行ったのちの磁気特性について調べた結果を表 1 に示す。

40 【0019】

表1

試料 No.	熱間圧延 終了温度 (°C)	巻取り 温度 (°C)	中間焼鈍後 再結晶率 (%)	リング磁性		備 考
				W _{15/60} (W/kg)	B ₅₀ (T)	
1	600	450	22	5.93	1.794	適合例
2	"	530	36	5.89	1.785	比較例
3	650	470	43	5.95	1.797	適合例
4	"	580	47	5.86	1.778	比較例
5	700	500	58	5.92	1.793	適合例
6	"	620	59	5.80	1.785	比較例
7	750	480	52	5.84	1.785	"
8	"	640	60	5.82	1.783	"
9	800	500	47	5.81	1.786	"
10	"	650	58	5.83	1.787	"

【0020】同表より明らかなように、この発明に従い得られたものは、比較例に比べてリング磁性に優れてい
る。

【0021】実施例2

C : 0.005 %, Si : 0.45 %, Mn : 0.26 %, P : 0.07 %及びAl : 0.0007 %を含有し、残部は実質的にFeの組成になる溶鋼を、連続鋳造によってスラブとした後、1150°Cに加熱してから、熱間圧延終了温度 : 650 °C、巻取り温度 : 480 °Cの条件で熱間圧延を行って2.3 mm厚の熱延鋼帶とした。ついで酸洗後、冷間圧延により0.56mm厚に仕上げたのち、湿潤雰囲気中にて 580~750 °C, 10~60秒間保持の条件下に中間焼鈍を施した。その後圧下率 : 10 %の最終スキンパスを施したのち、リングに打ち抜き、N₂中で 750°C, 2 h の歪取り焼鈍を行ったのちの磁気特性について調べた。図1に、磁気特性と中間焼鈍後の再結晶率との関係について調べた結果を示す。

【0022】同図より明らかなように、中間焼鈍での再結晶率が20~60%の範囲においてとりわけ優れた磁束密度が得られている。

【0023】実施例3

表2に示す成分組成になる溶鋼から、スラブを鋳造し、そのスラブを1160°Cに加熱したのち、熱間圧延終了温度と巻取り温度を種々に変更して熱間圧延を行い、2.5 mm厚の熱延鋼帶とした。ついで酸洗後、冷間圧延を施したのち、表2に示す種々の条件で中間焼鈍を施し、かかるのち最種々の圧下率で最終スキンパスを行って0.50mm厚に仕上げた。その後リングに打ち抜き、N₂中で 750°C, 2 h の歪取り焼鈍を行ったのちの磁気特性について調べた結果を、表2に併記する。

【0024】

【表2】

試料 No.	化 学 成 分 [%]				熱間圧延 終了温度 (°C)	巻取り 温度 (°C)	中間焼純 時間 (s)	最終スキン 率(%)	リング磁性 $W_{s,5000}$ (W/kg)	区分 B ₆₀ (T)
	C	Si	Mn	P	Al					
11 0.005	1.25	0.25	0.03	0.25	610	490	625	18	50	10
12 "	"	"	"	"	670	490	721	25	100	3.10
13 0.002	0.65	0.26	0.04	0.25	660	480	693	28	40	8
14 "	"	"	"	"	780	500	655	32	40	10
15 "	"	"	"	"	700	600	581	18	40	10
16 0.003	0.25	0.25	0.04	0.25	630	450	658	22	35	12
17 "	"	"	"	"	630	450	622	31	35	20
18 "	"	"	"	"	630	450	650	16	35	2
19 "	"	"	"	"	630	450	662	18	10	12
20 "	"	"	"	"	630	450	715	35	90	12

【0025】同表から明らかなように、この発明に従い得られた場合にのみ良好な磁束密度がえられている。

【0026】

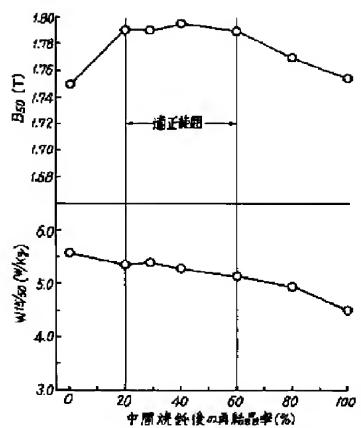
【発明の効果】かくしてこの発明によれば、リングで高い磁束密度を有し、回転機器用に適用して好適なセミブ

ロセス無方向性電磁鋼板を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】磁気特性と中間焼純後の再結晶率との関係を示したグラフである。

【図1】



DERWENT-ACC-NO: 1993-033313

DERWENT-WEEK: 199304

COPYRIGHT 2009 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Mfg. semi-process non-oriented magnetic sheet steel of good magnetic characteristics by finishing rolling, winding, cold rolling, recrystallising annealing and final skin pass cold rolling

INVENTOR: MORITA K; MURO Y

PATENT-ASSIGNEE: KAWASAKI STEEL CORP [KAWI]

PRIORITY-DATA: 1991JP-163385 (June 10, 1991)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
JP 04362128 A	December 15, 1992	JA

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 04362128A	N/A	1991JP-163385	June 10, 1991

INT-CL-CURRENT:

TYPE	IPC DATE
CIPP	C21D8/12 20060101
CIPS	C22C38/00 20060101
CIPS	C22C38/06 20060101

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 04362128 A**BASIC-ABSTRACT:**

Semiprocess non-oriented magnetic sheet steel is made by finishing rolling a steel slab of specified compsn., with 600-700 deg. C hot rolling termination temps., and winding at up to 50 deg. C, cold rolling, recrystallising annealing at 600-700 deg. C for under 30 seconds, to 20-60% recrystallisation ratio, and final skin pass cold rolling with 3-15% redn.

USE - For semiprocess non-oriented magnetic sheet steel. Has high magnetic flux density in every direction of sheet surface.

TITLE-TERMS: MANUFACTURE SEMI PROCESS NON ORIENT MAGNETIC SHEET STEEL CHARACTERISTIC FINISH ROLL WIND COLD RECRYSTALLISATION ANNEAL FINAL SKIN PASS**DERWENT-CLASS:** L03 M24**CPI-CODES:** L03-B02A3; M24-D01A; M24-D01B; M24-D02B;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: 1993-015251